

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-84285

(43)公開日 平成11年(1999)3月26日

(51)Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G02B 26/10			G02B 26/10	B
13/00			13/00	
13/18			13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

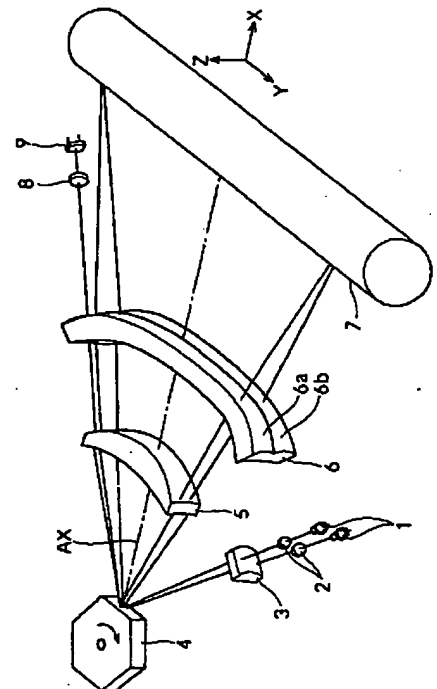
(21)出願番号	特願平9-248416	(71)出願人	000006079 ミノルタ株式会社 大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番13号 大阪国際ビル
(22)出願日	平成 9 年(1997) 9 月12日	(72)発明者	立部 秀成 大阪市中央区安土町二丁目 3 番13号 大阪 国際ビル ミノルタ株式会社内
		(72)発明者	芝田 悦子 大阪市中央区安土町二丁目 3 番13号 大阪 国際ビル ミノルタ株式会社内
		(72)発明者	小野 理 大阪市中央区安土町二丁目 3 番13号 大阪 国際ビル ミノルタ株式会社内
		(74)代理人	弁理士 佐野 静夫

(54)【発明の名称】 走査レンズ系

(57)【要約】

【課題】 ビーム間隔の狭い走査を良好かつ安定なビーム位置精度で行うことができる走査レンズ系を提供する。

【解決手段】 走査レンズ系を構成している第2走査レンズ6の被走査面7側面は、2つの拡張トーリック面6a、6bから成っている。拡張トーリック面6a、6bは、走査面(XY平面)に平行な面に対して対称な形状であって、走査角が大きくなるにつれて母線間隔が小さくなる形状になっている。拡張トーリック面6a、6bは副走査方向(Z軸方向)に偏心しており、各母線は副走査方向にねじれている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 偏向された複数のビームを被走査面上で結像走査させる走査レンズ系であって、

当該走査レンズ系が、前記複数のビームのそれぞれに対応するように副走査方向に並んだ複数の拡張トーリック面から成る形状の光学面を備え、

前記複数の拡張トーリック面が走査面に平行な面に対して対称な形状であるとともに、各拡張トーリック面の母線が走査面に垂直な方向にねじれていることを特徴とする走査レンズ系。

【請求項 2】 前記各拡張トーリック面の母線間隔が、走査角が大きくなるにつれて小さくなることを特徴とする請求項 1 に記載の走査レンズ系。

【請求項 3】 前記光学面以外の面が、平面、軸対称面、トーリック面又はシリンダ面であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の走査レンズ系。

【請求項 4】 一方の面が前記光学面であり、その反対側の面が平面、軸対称面、トーリック面又はシリンダ面である、レンズを有することを特徴とする請求項 1、請求項 2 又は請求項 3 に記載の走査レンズ系。

【請求項 5】 樹脂で一体成形され、かつ、前記光学面が設けられたレンズを有することを特徴とする請求項 1、請求項 2、請求項 3 又は請求項 4 に記載の走査レンズ系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、走査レンズ系に関するものであり、更に詳しくは、プリンター、ファクシミリ等に用いる走査レンズ系に関するものである。

【0002】

【従来の技術】光学要素が副走査方向に並んで配置された走査レンズ系が、特開平 1-164917 号公報、特開平 2-167521 号公報、特開昭 64-72118 号公報で提案されている。特開平 2-167521 号公報、特開昭 64-72118 号公報で提案されている走査レンズ系では、1つの光路中の2つの光学部品が一体的に構成されている。これに対し、特開平 1-164917 号公報で提案されている走査レンズ系では、2つのレーザー光源とそれぞれ対応するように、同じ形状のレンズが副走査方向に重なって配置されている。これにより、各レーザー光源から発せられたレーザービームは、重ね合わされることなく別光路を構成し、被走査面上でそれぞれ結像する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】特開平 1-164917 号公報で提案されている走査レンズ系によると、2本のレーザービームの間隔がレーザー光源の間隔だけ離れてしまう。このようにビーム間隔が広いと、感光体ドラムの回転ムラ等の影響によってピッチムラ等が発生しやすい。また、各光路が別体の光学要素で構成されている

ため、ビーム位置精度が低く、ビーム間隔が安定しにくい。

【0004】本発明は上記のような点に鑑みてなされたものであって、その目的は、ビーム間隔の狭い走査を良好かつ安定なビーム位置精度で行うことができる走査レンズ系を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、第 1 の発明の走査レンズ系は、偏向された複数のビームを被走査面上で結像走査させる走査レンズ系であって、当該走査レンズ系が、前記複数のビームのそれぞれに対応するように副走査方向に並んだ複数の拡張トーリック面から成る形状の光学面を備え、前記複数の拡張トーリック面が走査面に平行な面に対して対称な形状であるとともに、各拡張トーリック面の母線が走査面に垂直な方向にねじれていることを特徴とする。

【0006】第 2 の発明の走査レンズ系は、上記第 1 の発明の構成において、前記各拡張トーリック面の母線間隔が、走査角が大きくなるにつれて小さくなることを特徴とする。

【0007】第 3 の発明の走査レンズ系は、上記第 1 又は第 2 の発明の構成において、前記光学面以外の面が、平面、軸対称面、トーリック面又はシリンダ面であることを特徴とする。

【0008】第 4 の発明の走査レンズ系は、上記第 1、第 2 又は第 3 の発明の構成において、一方の面が前記光学面であり、その反対側の面が平面、軸対称面、トーリック面又はシリンダ面である、レンズを有することを特徴とする。

【0009】第 5 の発明の走査レンズ系は、上記第 1、第 2、第 3 又は第 4 の発明の構成において、樹脂で一体成形され、かつ、前記光学面が設けられたレンズを有することを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明を実施した走査レンズ系を、図面を参照しつつ説明する。図 1 に、第 1 の実施の形態が用いられた走査光学系の概略構成を示す。この走査光学系は、2つのレーザー光源 1 と、2つの集光レンズ(又はコリメータレンズ)2 と、1つのシリンドリカルレンズ 3 と、1つのポリゴンミラー(偏向器)4 と、第 1 走査レンズ 5 及び第 2 走査レンズ 6 から成る走査レンズ系と、を備えている。さらに、書き出し位置検出用のレーザービームを集光させる SOS(Start Of Scanning)レンズ 8 と、集光レンズ 8 で集光されたレーザービームを受光する SOS センサ 9 と、が配置されている。なお、第 1 走査レンズ 5 の光軸 AX 方向を X 軸方向、主走査方向を Y 軸方向、副走査方向を Z 軸方向として、X、Y、Z 軸方向が互いに直交するものとする。

【0011】各レーザー光源 1 から発せられたレーザービームは、集光レンズ 2 とシリンドリカルレンズ 3 を通

過した後、ポリゴンミラー 4 で偏向反射される。ポリゴンミラー 4 で偏向反射された各レーザービームは、被走査面(感光体ドラム) 7 上で主・副走査方向について集光するとともに、被走査面 7 上をほぼ等速度で移動することにより、画像(潜像)を形成する。

【0012】図 2 に、第 2 走査レンズ 6 の外観を示し、図 3 (A) に第 2 走査レンズ 6 の副走査断面を示し、図 3 (B) に第 2 走査レンズ 6 を被走査面 7 側から見た正面を示す。図 2、図 3 から分かるように、第 2 走査レンズ 6 の被走査面 7 側の面は、2 本のレーザービームのそれぞれに対応するように副走査方向(Z 軸方向)に並んだ 2 つの拡張トーリック面 6 a、6 b から成る形状を有している。

【0013】図 3 中、L は拡張トーリック面 6 a と拡張トーリック面 6 b との境界線、L a は拡張トーリック面 6 a の母線、L b は拡張トーリック面 6 b の母線である。また、シリンドリカルレンズ 3 と、第 1 走査レンズ 5 と、拡張トーリック面 6 a、6 b の反対側面(すなわち、第 2 走査レンズ 6 のビーム入射側面)と、は共軸光学系を成しており、第 1 走査レンズ 5 の光軸 A X は各面の回転対称軸と一致している。

【0014】図 4 に、第 1 の実施の形態が用いられた走査光学系の副走査断面を示す。各レーザー光源 1 内にはカバーガラス(不図示)が内蔵されており、図 4 中、si(i=1,2,3,...)が付された面は、各レーザー光源 1 内の発光点(不図示)側から数えて i 番目の面である。また、*印が付された面 si は非球面、#印が付された面 si は拡張トーリック面であり、2 つの拡張トーリック面 6 a、6 b から成る面 si1 以外の面は、平面、軸対称面、トーリック面又はシリンダ面である。第 1 の実施の形態では、各レーザー光源 1 から放射され集光レンズ 2 を通過したレーザービームが、シリンドリカルレンズ 3 の軸外を通過するため、ポリゴンミラー 4 の反射面 s7 に対して斜入射する。

【0015】図 3 から分かるように、2 つの拡張トーリック面 6 a、6 b は、走査面(XY 平面)に平行な面(境界線 L と光軸 A X とを含む平面)に対して対称な形状(つまり、母線 L a と母線 L b とが境界線 L に対して対称)であって、走査角が大きくなるにつれて母線 L a、L b の間隔が小さくなるような形状になっている。また、各拡張トーリック面 6 a、6 b は、走査面(XY 平面)に対して垂直方向(副走査方向)に偏心しており、各拡張トーリック面 6 a、6 b の母線 L a、L b は副走査方向にねじれている。

【0016】各拡張トーリック面 6 a、6 b は、副走査方向の屈折力が最も大きく、また上記のように、各拡張トーリック面 6 a、6 b に偏心及び各母線 L a、L b のねじれを持っている。このため、第 2 走査レンズ 6 上で副走査方向に離れた 2 本のレーザービームを、被走査面 7 上でのレーザービームの傾きを抑えながら、被走査面

7 上では近接の位置にもっていくことが可能である。したがって、被走査面 7 上でのビーム間隔を画素の間隔とほぼ等しくすることができ、さらに、その時に発生するボウと呼ばれる走査ラインの副走査方向の曲がりを補正することができる。

【0017】第 2 走査レンズ 6 のビーム入射側面 s10 は、副走査方向(Z 軸方向)の屈折力が小さくなっている。このように副走査方向に屈折力の小さい面を、2 本のレーザービームに共用することによって、加工精度が安定し、性能のパラツキ等が抑えられる。また、上下 2 段に拡張トーリック面形状を有する第 2 走査レンズ 6 は、樹脂で一体成形されている。このように拡張トーリック面 6 a、6 b の形状を一体的に作ると、組立等の相対的な位置誤差が発生しなくなるため、それぞれの走査位置・間隔を高い精度で安定させることができる。

【0018】図 5 に、第 2 の実施の形態が用いられた走査光学系の副走査断面を示す。第 2 の実施の形態は、各レーザービームに対応するように副走査方向に並んだ 2 つのシリンドリカルレンズ 3 W が用いられているほかは、第 1 の実施の形態と同様に構成されている。各レーザー光源 1 から放射され集光レンズ 2 を通過したレーザービームが、それぞれシリンドリカルレンズ 3 W の軸上を通過するため、レーザービームは 2 本共ポリゴンミラー 4 の反射面に対して平行に入射する。

【0019】図 6 に、第 1 の比較例が用いられた走査光学系の副走査断面を示す。第 1 の比較例は、第 2 走査レンズ 6 A が用いられているほかは、第 1 の実施の形態と同様に構成されている。この第 2 走査レンズ 6 A の被走査面 7 側面は、拡張トーリック面のようにアナモフィックで副走査方向に大きな屈折力を持つ面である。したがって、その母線から大きく離れた位置を各レーザービームが通過することになり、このため、被走査面 7 上では各レーザービームに傾きが生じてしまう。

【0020】図 7 に、第 2 の比較例が用いられた走査光学系の副走査断面を示す。第 2 の比較例は、各レーザービームに対応するように副走査方向に並んだ 2 つの第 1 走査レンズ 5 W 及び第 2 走査レンズ 6 W が用いられているほかは、第 2 の実施の形態と同様に構成されている。このように、2 本の光路が平行に配置される光学系においては、ポリゴンミラー 4 の反射面の Z 軸方向の幅が大きくなるため、精度が出にくく、コストが高くなる。さらに、走査レンズ系がレーザー光源 1 の数だけ必要になるため、加工上の形状精度を揃えたりビーム位置精度を相対的に調整したりすることが必要になる。また性能面においても、被走査面 7 上でのビーム間隔が広くなるため、感光体ドラムの回転ムラによってピッチムラが発生しやすくなる。

【0021】

【実施例】以下、本発明を実施した走査レンズ系の構成を、コンストラクションデータ(片側光路の光学系のコ

ンストラクションデータ)等を挙げて、更に具体的に説明する。ここで挙げる実施例は、前述した第1の実施の形態を備えた走査光学系に対応しており、第1の実施の形態を表すレンズ構成図(図1～図4)は、以下に示す実施例のレンズ構成をそれぞれ示している。

【0022】コンストラクションデータ中、 $si(i=1,2,\dots)$ はレーザー光源1の発光点(不図示)側から数えてi番目の面、 $ri(i=1,2,\dots)$ はi番目の面 si の曲率半径、 $r5M$ は5番目の面 $s5$ の主走査方向の曲率半径、 $r5S$ は5番目の面 $s5$ の副走査方向の曲率半径、 $di(i=1,2,\dots)$ はレーザー光源1の発光点側から数えてi番目の面間隔、 $Ni(i=1,2,\dots)$ はレーザー光源1の発光点側から数えてi番目のレンズの、波長780nmのレーザービームに対する屈折率である。また、 OD はレーザー光源1の発光点から第1

$$X = \frac{c \cdot (Y^2 + Z^2)}{1 + \{1 - \varepsilon \cdot c^2 \cdot (Y^2 + Z^2)\}^{1/2}} + \sum_{i=4}^{10} (a_i) \cdot (Y^2 + Z^2)^{1/2} \dots \textcircled{1}$$

【0025】ただし、式①中、

X : 光軸方向の座標、

Y : 主走査方向の座標、

Z : 副走査方向の座標、

c : 近軸曲率、

ε : 離心率、

a_i : i次の非球面係数

である。

【0026】また、#印が付された面 si (すなわち、第11番目の面 $s11$)は、以下の拡張トーリック面の一般式②によって定義される。ただし、式②は、3次元座標空間(X,Y,Z)で定義されているものとする。

【0027】

$$X = [\kappa \cdot Y^2 / \{1 + (1 - \mu \cdot \kappa^2 \cdot Y^2)^{1/2}\}] + \rho + A \dots \textcircled{2}$$

ただし、式②中の κ 、 ρ は以下の式③、④で表され、式②中のAは次の式⑤で表される。ただし、式⑤中、 a_0 、 $0 \equiv 0$ 、 $a_{i,1} \equiv 0$ 、 $a_{i,j} \equiv 0$ である。

$$\kappa = K / (1 - K \cdot \rho) \dots \textcircled{3}$$

$$\rho = C \cdot Z^2 / \{1 + (1 - \varepsilon \cdot C^2 \cdot Z^2)^{1/2}\} \dots \textcircled{4}$$

【0028】

《実施例のコンストラクションデータ》

$OD = -0.20150(\text{mm})$

$\lambda = 780(\text{nm})$

[面] [曲率半径]

[面間隔]

[屈折率]

s1 r1= ∞

d1= 0.30000 N1=1.51118 …カバーガラス

s2 r2= ∞

d2= 11.25892

s3 r3= ∞

d3= 2.80000 N2=1.78571 …集光レンズ2

s4* r4= -10.21420

d4= 13.64108

s5 r5M= ∞

r5S= 29.63700

面 $s1$ までの距離であり、 λ は設計波長である。第4面 $s4$ の平行偏心データ及び第11面 $s11$ の平行偏心・傾き偏心データを併せて示す。 ZP は光軸AXを基準としたZ軸方向への平行偏心量であり、 XQ 、 ZQ はY軸回りの傾き偏心量であり、 XQ がX軸方向への射影、 ZQ がZ軸方向への射影である。

【0023】*印が付された面 si は、軸対称非球面で構成された面であることを示し、その面形状は、レンズの面頂点を原点とする、X,Y,Z軸についての座標(X,Y,Z)を用いた次の式①で定義されるものとする。軸対称非球面データを、コンストラクションデータと併せて示す。

【0024】

【数1】

【数2】

$$A = \sum_{i=0}^2 \left[\sum_{j=0}^6 a_{i,j} \cdot |Y|^j \right] \cdot |Z|^i \dots \textcircled{5}$$

20 【0029】上記の拡張トーリック面は、基準Zトーリック面に2次元的な付加項A(Y,Z)を加えたものとして得られる。ここで、主走査断面における曲線を主曲線、副走査断面における曲線をプロファイル曲線とすると、K、Cはそれぞれ面頂点での主曲線方向、プロファイル曲線方向の曲率(正確には、それぞれ $K+2a_{0,2}$ 、 $C+2a_{2,0}$)を表し(つまり、 $1/K$:主曲線の面頂点曲率半径、 $1/C$:プロファイル曲線の曲率半径(主曲線の面頂点での副走査方向曲率半径)である。)、 μ 、 ε はそれぞれ主曲線方向、プロファイル曲線方向の2次曲線パラメータ(負のときは双曲線、ゼロのときは放物線、正のときは楕円、特に1のときは円)を表す。拡張トーリック面データを、コンストラクションデータと併せて示す。なお、 $1/S.C$ は拡張トーリック面の主曲線ねじれの曲率半径を表すデータである。

【0030】

7

8

d5= 1.50000 N3=1.57222 ...シリンダリカルレンズ 3
 s6 r6= ∞
 d6= 48.00000
 s7 r7= ∞ (ポリゴンミラー 4 の反射面)
 d7= 26.50000
 s8* r8= -34.29941
 d8= 6.40000 N4=1.51882 ...第 1 走査レンズ 5
 s9 r9= -26.78200
 d9= 41.00000
 s10* r10=-250.51857
 d10= 6.40000 N5=1.51882 ...第 2 走査レンズ 6
 s11# r11= -26.90000
 d11=142.81700
 s12 r12= ∞ (像面, 被走査面 7)

【0 0 3 1】[第 4 面 s4 の軸対称非球面データ]

$\varepsilon = 1.00000000$
 $a_4 = 0.81303417 \times 10^{-4}$
 $a_6 = 0.59315963 \times 10^{-4}$
 $a_8 = 0.35716518 \times 10^{-4}$
 $a_{10} = 0.28672133 \times 10^{-10}$

【0 0 3 2】[第 8 面 s8 の軸対称非球面データ]

$\varepsilon = 1.00000000$
 $a_4 = -0.41506484 \times 10^{-4}$
 $a_6 = 0.18915289 \times 10^{-4}$
 $a_8 = -0.11239429 \times 10^{-14}$
 $a_{10} = -0.53049550 \times 10^{-14}$

【0 0 3 3】[第 1 0 面 s10 の軸対称非球面データ]

$\varepsilon = 1.00000000$
 $a_4 = -0.22417944 \times 10^{-4}$
 $a_6 = -0.70400379 \times 10^{-4}$
 $a_8 = 0.14435986 \times 10^{-11}$
 $a_{10} = 0.93771515 \times 10^{-11}$

【0 0 3 4】[第 1 1 面 s11 の拡張トーリック面データ]

$\varepsilon = 1.00000000$
 $\mu = 1.00000000$
 $1/C = -26.90000086$
 $1/K = -2500.00000000$
 $1/S.C = 1499.99999250$
 $a_{0,2} = 0.36689521 \times 10^{-5}$
 $a_{0,4} = -0.28302010 \times 10^{-5}$
 $a_{0,6} = 0.17000000 \times 10^{-11}$
 $a_{0,8} = -0.21527274 \times 10^{-11}$
 $a_{2,2} = -0.18490749 \times 10^{-4}$
 $a_{2,4} = -0.18783576 \times 10^{-4}$
 $a_{2,6} = -0.10196364 \times 10^{-11}$
 $a_{2,8} = 0.41220444 \times 10^{-15}$

【0 0 3 5】[第 4 面 s4 の平行偏心データ]

ZP= 4.0000000

【0 0 3 6】[第 1 1 面 s11 の平行偏心・傾き偏心データ]

ZP=-5.1051000

XQ= 0.9793289(傾き角度:11.67°)

ZQ=-0.2022745(傾き角度:11.67°)

【0 0 3 7】図 8 に、上記実施例の(A)像面湾曲と(B)ボウ(Bow)を示す。図 8 (A)において、縦軸(mm)はデフォーカス量(すなわち光軸 A X 方向のずれ量)、横軸(mm)は像高である。また、実線は主走査方向の像面湾曲、破線は副走査方向の像面湾曲を示している。図 8 (B)において、縦軸(mm)は被走査面 7 上での副走査方向(Z 軸方向)の高さ(つまり被走査面 7 と光軸 A X との交点が 0)、横軸(mm)は像高である。図 8 から、実施例は像面湾曲、ボウ共に十分な性能を満たしていることが分かる。

【0 0 3 8】

【発明の効果】以上説明したように、各光路が複数のビームのそれぞれに対応するように副走査方向に並んだ複数の拡張トーリック面で構成されるため、拡張トーリック面の相対的な位置誤差(例えば取り付け誤差)が小さくなって、ビーム位置精度が高くなり、ビーム間隔が安定する。また、複数の拡張トーリック面が走査面に平行な面に対して対称な形状であるとともに、各拡張トーリック面の母線が走査面に垂直な方向にねじれているため、被走査面上でのビーム間隔を狭くすることができる。これにより、例えば感光体ドラムの回転ムラの影響によるピッチムラが発生しにくくなり、ボウの補正も可能となる。したがって、本発明によれば、ビーム間隔の狭い走査を良好かつ安定なビーム位置精度で行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 の実施の形態を備えた走査光学系の全体構成を示す斜視図。

【図 2】第 1 の実施の形態を構成している第 2 走査レンズを示す斜視図。

【図 3】第 1 の実施の形態を構成している第 2 走査レンズの副走査断面及び正面を示す図。

【図 4】第 1 の実施の形態を備えた走査光学系の副走査

断面形状を示すレンズ構成図。

【図 5】第 2 の実施の形態を備えた走査光学系の副走査断面形状を示すレンズ構成図。

【図 6】第 1 の比較例を備えた走査光学系の副走査断面形状を示すレンズ構成図。

【図 7】第 2 の比較例を備えた走査光学系の副走査断面形状を示すレンズ構成図。

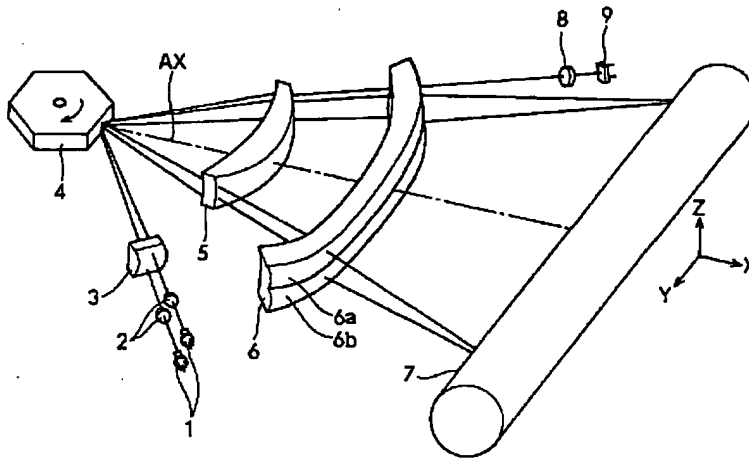
【図 8】実施例の像面湾曲とボウを示す収差図。

【符号の説明】

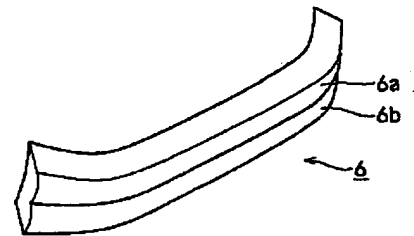
- 1 …レーザー光源
2 …集光レンズ
3 …シリンドリカルレンズ

- 4 …ポリゴンミラー
5 …第 1 走査レンズ(走査レンズ系の一部)
6 …第 2 走査レンズ(走査レンズ系の一部)
7 …被走査面(感光体ドラム)
8 …書き出し位置検出用の SOS レンズ
9 …書き出し位置検出用の SOS センサ
L …拡張トーリック面の境界線
6 a …拡張トーリック面
L a …拡張トーリック面 6 a の母線
6 b …拡張トーリック面
L b …拡張トーリック面 6 b の母線
A X …第 1 走査レンズ 5 の光軸(軸対称面の軸)

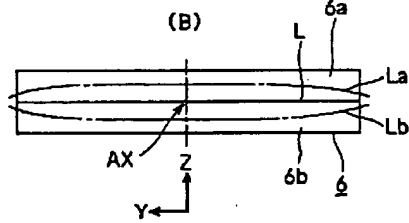
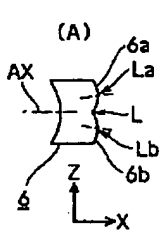
【図 1】



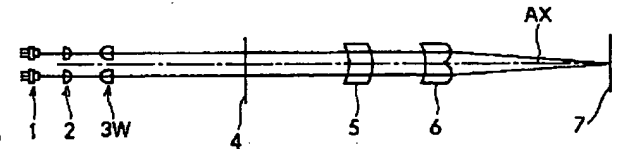
【図 2】



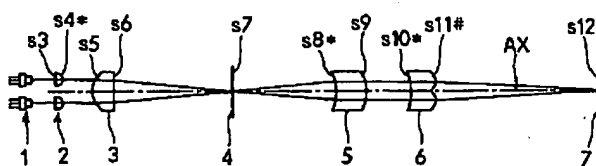
【図 3】



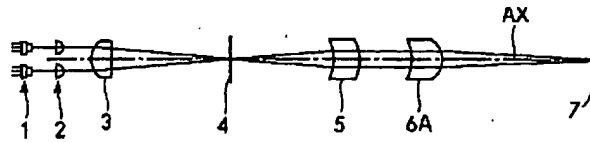
【図 5】



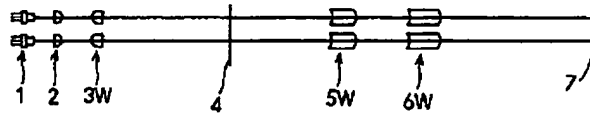
【図 4】



【図 6】

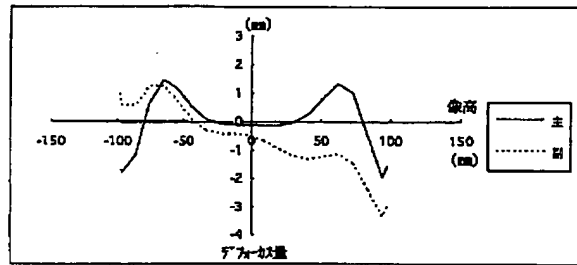


【図 7】

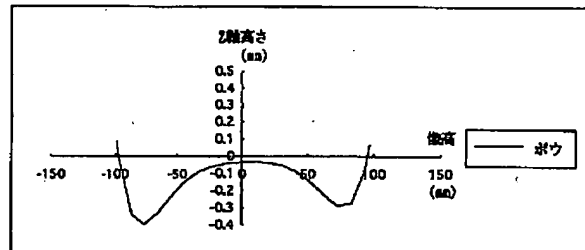


【図 8】

(A) 像面湾曲



(B) ボウ



Date: September 29, 2003

Declaration

I, Michihiko Matsuba, President of Fukuyama Sangyo Honyaku Center, Ltd., of 16-3, 2-chome, Nogami-cho, Fukuyama, Japan, do solemnly and sincerely declare that I understand well both the Japanese and English languages and that the attached document in English is a full and faithful translation, of the copy of Japanese Unexamined Patent No. Hei-11-84285 laid open on March 26, 1999.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'm. matsuba', with a long horizontal stroke extending to the right.

Michihiko Matsuba

Fukuyama Sangyo Honyaku Center, Ltd.

SCANNING LENS SYSTEM

Japanese Unexamined Patent No. Hei-11-84285

Laid-open on: March 26, 1999

Application No. Hei-9-248416

Filed on: September 12, 1997

Inventor: Hidenari Tachibe

Inventor: Etsuko Shibata

Inventor: Satoru Ono

Applicant: Minolta Co., Ltd.

SPECIFICATION

TITLE OF THE INVENTION

Scanning lens system

[Abstract]

[Object] A scanning lens system is provided which is capable of performing a scanning operation, in which a beam interval is short, with excellent, stable beam-position accuracy.

[Achieving means] A surface on the side of a to-be-scanned surface 7 of a second scanning lens 6 that is a constituent element of a scanning lens system consists of two extended toric surfaces 6a and 6b. The extended toric surfaces 6a and 6b are shaped symmetrically for a plane parallel to a scan surface

(XY plane) and are shaped so that a generating line interval becomes smaller proportionally to an increase in scanning angle. The extended toric surfaces 6a and 6b are eccentric in a sub-scanning direction (Z-axis direction), and each generating line is twisted in the sub-scanning direction.

WHAT IS CLAIMED IS;

[Claim 1] A scanning lens system for causing a plurality of deflected beams to form images on a to-be-scanned surface and to scan the surface, wherein the scanning lens system has an optical surface consisting of a plurality of extended toric surfaces arranged in a sub-scanning direction so as to correspond to the plurality of beams, respectively, and the plurality of extended toric surfaces are shaped symmetrically for a surface parallel to a scan surface, and a generating line of each extended toric surface is twisted in a direction perpendicular to the scan surface.

[Claim 2] The scanning lens system as set forth in Claim 1, wherein a distance between the generating lines of the extended toric surfaces becomes smaller proportionately as a scanning angle becomes greater.

[Claim 3] The scanning lens system as set forth in Claim 1 or Claim 2, wherein surfaces other than the optical surface are a flat surface, an axisymmetric surface, a toric surface, or

a cylindrical surface.

[Claim 4] The scanning lens system as set forth in Claim 1, Claim 2, or Claim 3, comprising a lens a surface of which is the optical surface, and an opposite surface is a flat surface, an axisymmetric surface, a toric surface, or a cylindrical surface.

[Claim 5] The scanning lens system as set forth in Claim 1, Claim 2, Claim 3, or Claim 4, comprising a lens that is integrally made of resins and that has the optical surface.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[Field of the Invention] The present invention relates to a scanning lens system and, more particularly, to a scanning lens system used for printers, facsimiles, etc.

[0002]

[Prior Arts] Scanning lens systems in which optical elements are arranged in a sub-scanning direction are proposed in Unexamined Japanese Patent Publication No. Hei-1-164917, Unexamined Japanese Patent Publication No. Hei-2-167521, and Unexamined Japanese Patent Publication No. Sho-64-72118. In the scanning lens system proposed in Unexamined Japanese Patent Publication No. Hei-2-167521 and Unexamined Japanese Patent Publication No. Sho-64-72118, two optical components are

integrally formed in one optical path. In contrast, in the scanning lens system proposed in Unexamined Japanese Patent Publication No. Hei-1-164917, lenses having the same shape are disposed while overlapping each other in a sub-scanning direction so as to correspond to two laser sources, respectively. Hereby, a laser beam emitted from each laser source forms each individual optical path without being overlapped, and forms each image on a to-be-scanned surface.

[0003]

[Themes to be Solved by the Invention] According to the scanning lens system proposed in Unexamined Japanese Patent Publication No. H1-164917, a distance between the two laser beams is kept equal to a distance between the laser sources. If the beam interval is wide like this, pitch unevenness or the like is liable to occur because of the influence of, for example, the rotational unevenness of a photoconductor drum. Additionally, since each optical path is constructed with an independent optical element, beam-position accuracy is low, and the beam interval is not easily stabilized.

[0004] The present invention has been made in consideration of the aforementioned points, and it is an object thereof to provide a scanning lens system capable of performing a scanning operation, in which a beam interval is small, with excellent,

stable beam-position accuracy.

[0005]

[Means for Solving Themes]

In order to achieve the object, the scanning lens system of a first invention is characterized in that the system is a scanning lens system for causing a plurality of deflected beams to form images on a to-be-scanned surface and to scan the surface, and the scanning lens system has an optical surface consisting of a plurality of extended toric surfaces arranged in a sub-scanning direction so as to correspond to the plurality of beams, respectively, and the plurality of extended toric surfaces are shaped symmetrically for a surface parallel to a scan surface, and a generating line of each extended toric surface is twisted in a direction perpendicular to the scan surface.

[0006] The scanning lens system of a second invention is characterized in that, in the structure of the first invention, the distance between the generating lines of the extended toric surfaces becomes smaller proportionately as a scanning angle becomes greater.

[0007] The scanning lens system of a third invention is characterized in that, in the structure of the first or second invention, surfaces other than the optical surface are a flat

surface, an axisymmetric surface, a toric surface, or a cylindrical surface.

[0008] The scanning lens system of a fourth invention is characterized in that, in the structure of the first, second, or third invention, the system has a lens a surface of which is the optical surface, and an opposite surface is a flat surface, an axisymmetric surface, a toric surface, or a cylindrical surface.

[0009] The scanning lens system of a fifth invention is characterized in that, in the structure of the first, second, third, or fourth invention, the system has a lens that is integrally made of resins and that has the optical surface.

[0010]

[Preferred embodiments] The scanning lens system in which the present invention is embodied will be hereinafter described with reference to the drawings. Fig. 1 shows a schematic structure of the scanning optical system where a first embodiment is used. This scanning optical system includes two laser sources 1, two condensing lenses (or collimator lenses) 2, one cylindrical lens 3, one polygon mirror (deflector) 4, and a scanning lens system consisting of a first scanning lens 5 and a second scanning lens 6. In addition, an SOS (Start Of Scanning) lens 8 that gathers a laser beam used to detect a

writing position and an SOS sensor 9 that receives a laser beam gathered by the condensing lens 8 are disposed therein. Let it be assumed that the direction of an optical axis AX is an X-axis direction of the first scanning lens 5, the main scanning direction is a Y-axis direction, the sub-scanning direction is a Z-axis direction, and the X-, Y-, and Z-axis directions are perpendicular to one another.

[0011] A laser beam emitted from each laser source 1 passes through the condensing lens 2 and the cylindrical lens 3, and is then deflected and reflected by the polygon mirror 4. Each laser beam deflected and reflected by the polygon mirror 4 converges on a to-be-scanned surface (photoconductor drum) 7 in the main and sub-scanning directions, and travels on the to-be-scanned surface 7 at substantially uniform speed, thereby forming an image (latent image).

[0012] Fig. 2 shows the exterior of the second scanning lens 6, Fig. 3(A) shows the sub-scanning cross section of the second scanning lens 6, and Fig. 3(B) shows the front of the second scanning lens 6 when seen from the side of the to-be-scanned surface 7. As can be understood from Fig. 2 and Fig. 3, the surface of the second scanning lens 6 on the side of the to-be-scanned surface 7 has a shape formed by two extended toric surfaces 6a and 6b that are arranged in the sub-scanning

direction (Z-axis direction) so as to correspond to each of the two laser beams.

[0013] In Fig. 3, L is the borderline between the extended toric surface 6a and the extended toric surface 6b, La is a generating line of the extended toric surface 6a, and Lb is a generating line of the extended toric surface 6b. The cylindrical lens 3, the first scanning lens 5, and the opposite surfaces of the extended toric surfaces 6a and 6b (i.e., the surface, on which a beam enter the second scanning lens 6) constitute a coaxial optical system, and the optical axis AX of the first scanning lens 5 coincides with the rotationally symmetric axis of each surface.

[0014] Fig. 4 shows the sub-scanning cross section of the scanning optical system where the first embodiment is used. A cover glass (not shown) is housed in each laser source 1, and, in Fig. 4, a surface to which $s_i (i=1,2,3,\dots)$ is given is an i-th surface counting from the side of a light emitting point (not shown) in each laser source 1. A surface s_i to which the sign * is given is an aspherical surface, and a surface s_i to which the sign # is given is an extended toric surface, and surfaces other than the surface s_{11} consisting of the two extended toric surfaces 6a and 6b are flat surfaces, axisymmetric surfaces, toric surfaces, or cylindrical

surfaces. In the first embodiment, since a laser beam that has been emitted from each laser source 1 and that has passed through the condensing lens 2 passes outside the axis of the cylindrical lens 3, it enters obliquely on the reflecting surface s_7 of the polygon mirror 4.

[0015] As can be understood from Fig. 3, the two extended toric surfaces 6a and 6b are shaped symmetrically for a surface (plane including the borderline L and the optical axis AX) parallel to a scan surface (XY plane) (i.e., the generating line La and the generating line Lb are symmetric with respect to the borderline L), and are shaped so that the distance between the generating lines La and Lb becomes smaller proportionately as the scanning angle becomes greater. Further, the extended toric surfaces 6a and 6b are eccentric in the vertical direction (sub-scanning direction) with respect to the scan surface (XY plane), and the generating lines La and Lb of the extended toric surfaces 6a and 6b are twisted in the sub-scanning direction.

[0016] In the extended toric surfaces 6a and 6b, the refractive power in the sub-scanning direction is largest, and, as mentioned above, the extended toric surfaces 6a and 6b are provided with eccentricities and with the twists of the generating lines La and Lb. Therefore, the two laser beams separated in the sub-scanning direction on the second scanning

lens 6 can be brought to a close position on the to-be-scanned surface 7 while restricting the slant of the laser beams on the to-be-scanned surface 7. Therefore, a beam interval on the to-be-scanned surface 7 can be substantially equalized with a pixel-to-pixel distance. Further, it is possible to correct a curve, called a "bow", in the sub-scanning direction of the scanning line that occurs at that time.

[0017] In the surface s10, on which a beam enter the second scanning lens 6, the refractive power in the sub-scanning direction (Z-axis direction) is small. Thus, processing accuracy can be stabilized, and instability in performance can be suppressed by sharing this surface whose refractive power is small in the sub-scanning direction between two laser beams. Further, the second scanning lens 6 that has an extended toric shape at its upper and lower two parts is integrally made of resins. If the shapes of the extended toric surfaces 6a and 6b are integrally formed in this manner, relative position errors in, for example, assembly will not occur, and hence the scanning positions and an interval therebetween can be stabilized with high accuracy.

[0018] Fig. 5 shows the sub-scanning cross section of the scanning optical system in which a second embodiment is used. The second embodiment is structured in the same manner as the

first embodiment, except that two cylindrical lenses 3W arranged in the sub-scanning direction so as to correspond to each laser beam are used. Since the laser beam that has been emitted from each laser source 1 and that has passed through the condensing lens 2 passes above the axis of each cylindrical lens 3W, both of the two laser beams impinge in parallel upon the reflecting surface of the polygon mirror 4.

[0019] Fig. 6 shows the sub-scanning cross section of the scanning optical system in which a first comparative example is used. The first comparative example is structured in the same manner as the first embodiment, except that a second scanning lens 6A is used. The surface of the second scanning lens 6A on the side of the to-be-scanned surface 7 is anamorphic like an extended toric surface and is a surface having great refractive power in the sub-scanning direction. Therefore, each laser beam passes through a position widely apart from its generating line, and hence a slant occurs in each laser beam on the to-be-scanned surface 7.

[0020] Fig. 7 shows the sub-scanning cross section of the scanning optical system in which a second comparative example is used. The second comparative example is structured in the same manner as the second embodiment, except that two lenses, i.e., a first scanning lens 5W and a second scanning lens 6W

are used which are arranged in the sub-scanning direction so as to correspond to each laser beam. Thus, since the width in the Z-axis direction of the reflecting surface of the polygon mirror 4 becomes great in an optical system in which two optical paths are disposed in parallel, precision is not easily created, and costs rise. Additionally, since scanning lens systems the number of which is equal to that of the laser sources 1 are required, it is necessary to make form accuracy uniform in machining or relatively adjust beam-position accuracy. Additionally, since a beam interval is increased on the to-be-scanned surface 7, pitch unevenness easily occurs because of the rotational unevenness of the photoconductor drum also in performance.

[0021]

[Examples] A more detailed description will be hereinafter given of the structure of the scanning lens system in which the present invention is embodied, mentioning construction data (construction data about the optical system of a one-side optical path) and so forth. Examples mentioned herein correspond to the scanning optical system of the first embodiment mentioned above, and the lens-structure diagrams (Fig. 1 to Fig. 4) representing the first embodiment show lens structures of the following examples, respectively.

[0022] In the construction data, s_i ($i=1,2,\dots$) is an i -th surface counting from the side of an emitting point (not shown) of the laser source 1, r_i ($i=1,2,\dots$) is a curvature radius of the i -th surface s_i , r_{5M} is a curvature radius in the main scanning direction of the fifth surface s_5 , r_{5S} is a curvature radius in the sub-scanning direction of the fifth surface s_5 , d_i ($i=1,2,\dots$) is an i -th surface interval counting from the side of the emitting point of the laser source 1, and N_i ($i=1,2,\dots$) is a refractive index, with respect to a laser beam whose wavelength is 780nm, of an i -th lens counting from the side of the emitting point of the laser source 1. OD is a distance from the emitting point of the laser source 1 to the first surface s_1 , and λ is a design wavelength. Parallel eccentric data of the fourth surface s_4 and parallel eccentric/slant eccentric data of the 11th surface s_{11} are shown in addition thereto. ZP is the amount of parallel eccentricity in the Z-axis direction based on the optical axis AX, and XQ and ZQ are the amount of slant eccentricity around the Y axis, XQ indicates the projection in the X-axis direction, ZQ indicates the projection in the Z-axis direction.

[0023] The surface s_i to which the sign * is given indicates that it is a surface formed by an axisymmetric aspherical surface, and let it be assumed that its surface shape is defined

by the following equation ① that uses coordinates (X,Y,Z) for X, Y, and Z axes in which the surface vertex of the lens is an origin. Axisymmetric aspherical surface data are shown in addition to the construction data.

[0024]

[Formula 1]

$$X = \frac{C \cdot (Y^2 + Z^2)}{1 + \{1 - \varepsilon \cdot C^2 \cdot (Y^2 + Z^2)\}^{1/2}} + \sum_{i=4}^{10} (a_i) \cdot (Y^2 + Z^2)^{i/2} \cdot \cdot \cdot \quad \textcircled{1}$$

[0025]

In the equation ①,

X is a coordinate in the direction of the optical axis,

Y is a coordinate in the main scanning direction,

Z is a coordinate in the sub-scanning direction,

c is a paraxial curvature,

ε is an eccentricity, and

a_i is an i-order aspherical coefficient.

[0026] The surface s_i (i.e., the 11th surface s_{11}) to which the sign # is given is defined by the following general formula ② of the extended toric surface. Let it be assumed that the equation ② is defined by the three-dimensional coordinate space (X,Y,Z).

[0027]

$$X = \left[\kappa \cdot Y^2 / \{1 + (1 - \mu \cdot \kappa^2 \cdot Y^2)^{1/2}\} \right] + \rho + A \cdot \cdot \cdot \quad \textcircled{2}$$

κ and ρ in the equation ② are expressed by the following

equations ② and ③, and A in the equation ② is expressed by the following equation ⑤. In the equation ⑤, $a_{0,0} \equiv 0$, $a_{i,1} \equiv 0$, $a_{1,j} \equiv 0$.

$$\kappa = K / (1 - K \cdot \rho) \cdot \cdot \cdot \textcircled{3}$$

$$\rho = C \cdot Z^2 / \{1 + (1 - \varepsilon \cdot C^2 \cdot Z^2)^{1/2}\} \cdot \cdot \cdot \textcircled{4}$$

[0028]

[Formula 2]

$$A = \sum_{i=0}^2 \left[\sum_{j=0}^8 a_{i,j} \cdot |Y|^j \right] \cdot |Z|^i \cdot \cdot \cdot \textcircled{5}$$

[0029] The aforementioned extended toric surface is obtained as a surface in which a two-dimensional additive term A(Y,Z) is given to a reference Z toric surface. Under the assumption that a curve in the main scanning cross section is a main curve and that a curve in the sub-scanning cross section is a profile curve, K and C represent a curvature in a main-curve direction at the surface vertex and a curvature in a profile-curve direction at the surface vertex, respectively (more accurately, $K+2a_{0,2}$ and $C+2a_{2,0}$, respectively) {i.e., $1/K$: curvature radius of the main curve at the surface vertex, $1/C$: curvature radius of the profile curve (curvature radius in the sub-scanning direction of the main curve at the surface vertex)}, and μ and ε represent a quadratic curve parameter in the main-curve direction and a quadratic curve parameter in the

profile-curve direction, respectively (hyperbola when negative, parabola when zero, ellipse when positive, and circle especially when 1). Extended toric surface data are shown in addition to the construction data. Herein, 1/S.C is data showing the curvature radius of the main-curve twist of the extended toric surface.

[0030]

«Construction data of examples»

OD=-0.20150 (mm)

$\Lambda=780$ (nm)

Surface	Curvature radius	Surface-to- surface distance	Refractive index	
s1	r1= ∞		N1=1.151118	Cover glass
		d1= 0.30000		
s2	r2= ∞		N2=1.78571	Condensing lens 2
		d2= 11.25892		
s3	r3= ∞			
		d3= 2.80000		
s4*	r4= -10.21420			
		d4= 13.64108		
s5	r5m= ∞ r5s= 29.63700			
		d5= 1.50000	N3=1.57222	Cylindrical lens 3
s6	r6= ∞			
		d6= 48.0000		
s7	r7= ∞ (Reflecting surface of polygon mirror 4)			
		d7= 26.50000		
s8*	r8= -34.29941			
		d8= 6.40000	N4=1.51882	First scanning


```

surface s10]
ε=1.00000000
a4= 0.22417944x10-5
a6= 0.70400379x10-9
a8= 0.14435986x10-12
a10= 0.93771515x10-17
[0034] [Extended toric surface data of the 11th surface s11]
ε=1.00000000
μ=1.00000000
1/C=-26.90000086
1/K=2500.00000000
1/S.C=1499.99999250
a0,2= 0.36689521x10-5
a0,4=-0.28302010x10-5
a0,6= 0.17000000x10-12
a0,8=-0.21527274x10-13
a2,2=-0.18490749x10-5
a2,4=-0.18783576x10-8
a2,6=-0.10196364x10-11
a2,8=-0.41220444x10-15
[0035] [Parallel eccentric data of the fourth surface s4]
ZP= 4.0000000
[0036] [Parallel eccentric/slant eccentric data of the 11th

```

surface s11]

ZP=-5.1051000

XQ= 0.9793289 (Slant angle: 11.67°)

ZQ=-0.2022745 (Slant angle: 11.67°)

[0037] Fig. 8 shows the field curvature (A) and the bow (B) of the aforementioned examples. In Fig. 8(A), the ordinate axis (mm) indicates the amount of defocus (i.e., the amount of deviation in the direction of the optical axis AX), and the abscissa axis (mm) indicates the image height. Herein, the solid line indicates the field curvature in the main scanning direction, and the broken line indicates the field curvature in the sub-scanning direction. In Fig. 8(B), the ordinate axis (mm) indicates the height in the sub-scanning direction (Z-axis direction) on the to-be-scanned surface 7 (i.e., the intersection of the to-be-scanned surface 7 with the optical axis AX is 0), and the abscissa axis (mm) indicates the image height. From Fig. 8, it can be understood that the examples satisfy sufficient performance both in the field curvature and in the bow.

[0038] [Effects of the invention] As described above, each optical path is formed with a plurality of extended toric surfaces arranged in the sub-scanning direction so as to correspond to each of a plurality of beams, and therefore a

relative position error (e.g., mounting error) in the extended toric surfaces becomes small, and beam-position accuracy rises, and a beam interval is stabilized. Additionally, the plurality of extended toric surfaces are shaped to be symmetric with respect to a surface parallel to a scan surface, and the generating line of each extended toric surface is twisted in the direction perpendicular to the scan surface, and hence the beam interval on the to-be-scanned surface can be diminished. Hence, pitch unevenness caused by the influence of, for example, the rotational unevenness of a photoconductor drum does not easily occur, and the bow can also be corrected. Therefore, according to the present invention, a scanning operation in which a beam interval is small can be performed with excellent, stable beam-position accuracy.

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

[Fig. 1] Perspective view that shows the whole structure of the scanning optical system of the first embodiment.

[Fig. 2] Perspective view that shows the second scanning lens forming the first embodiment.

[Fig. 3] View that shows the sub-scanning cross section and the front of the second scanning lens forming the first embodiment.

[Fig. 4] Lens-structure diagram that shows the sub-scanning

cross-sectional shape of the scanning optical system of the first embodiment.

[Fig. 5] Lens-structure diagram that shows the sub-scanning cross-sectional shape of the scanning optical system of the second embodiment.

[Fig. 6] Lens-structure diagram that shows the sub-scanning cross-sectional shape of the scanning optical system of the first comparative example.

[Fig. 7] Lens-structure diagram that shows the sub-scanning cross-sectional shape of the scanning optical system of the second comparative example.

[Fig. 8] Aberration diagram that shows the field curvature and the bow of the example.

[Description of Symbols]

- 1... Laser source
- 2... Condensing lens
- 3... Cylindrical lens
- 4... Polygon mirror
- 5... First scanning lens (part of scanning lens system)
- 6... Second scanning lens (part of scanning lens system)
- 7... To-be-scanned surface (photoconductor drum)
- 8... SOS lens for detection of writing position
- 9... SOS sensor for detection of writing position

L... Borderline of extended toric surface

6a... Extended toric surface

La... Generating line of extended toric surface 6a

6b... Extended toric surface

Lb... Generating line of extended toric surface 6b

AX... Optical axis of first scanning lens 5 (axis of axisymmetric surface)

Fig.1

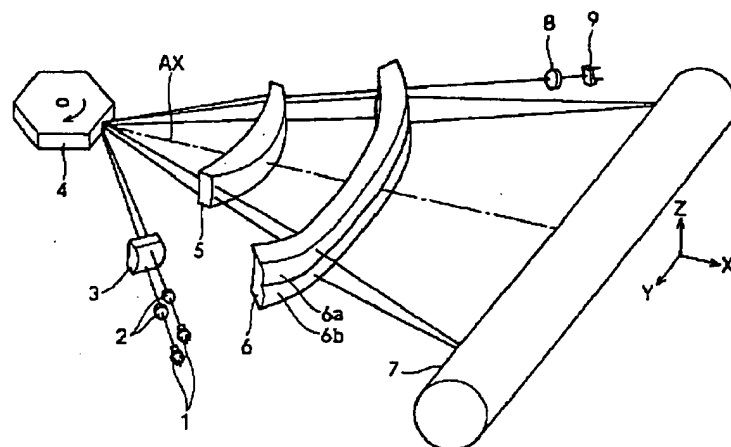


Fig.2

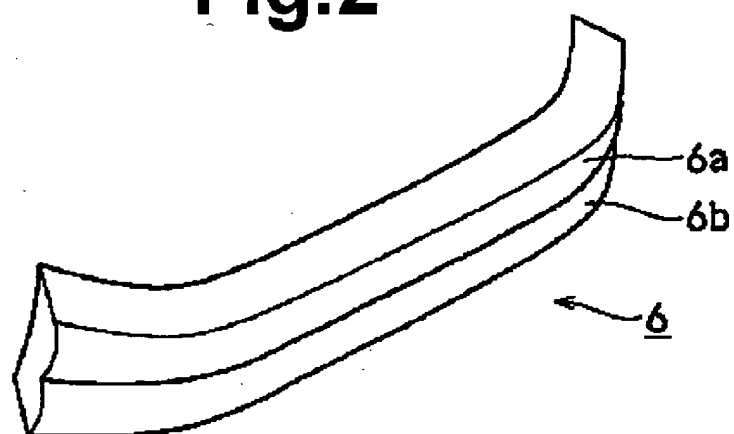


Fig.3

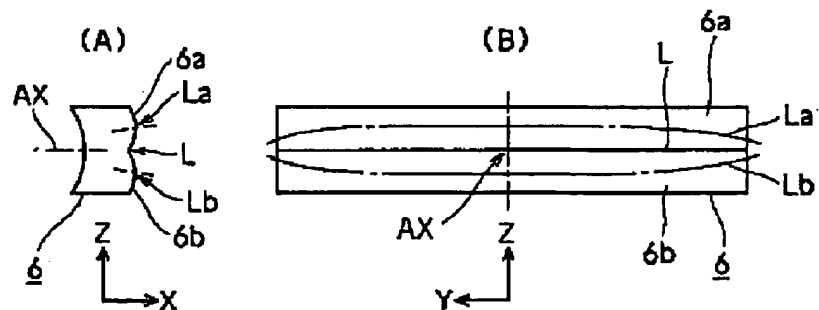


Fig.4

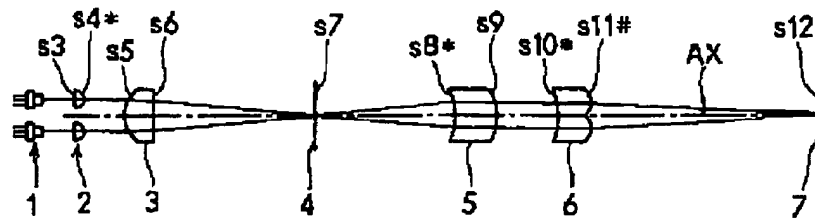


Fig.5

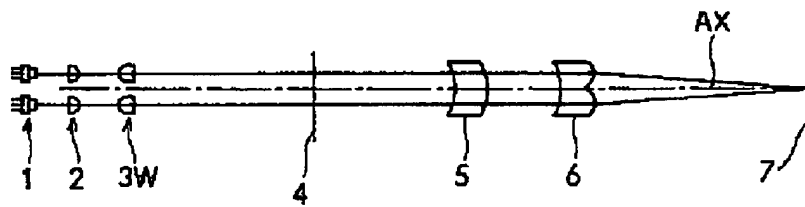


Fig.6

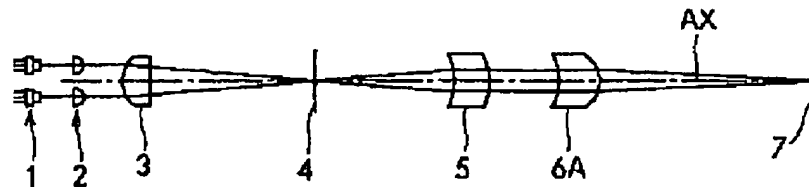


Fig.7

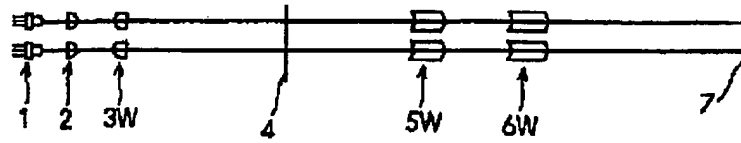
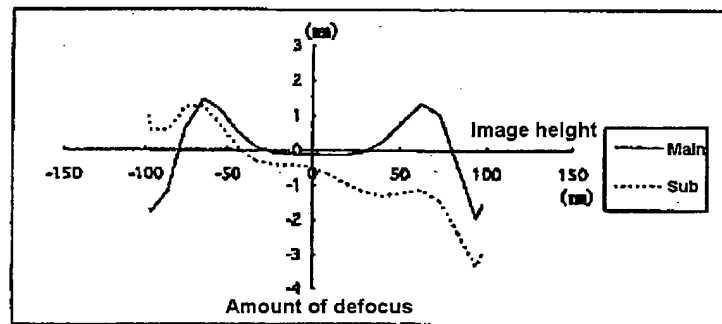


Fig.8

(A) Field curvature



(B) Bow

